

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-021904  
(43)Date of publication of application : 24.01.1995

(51)Int.CI.

H01J 1/30  
H01J 1/34

(21)Application number : 05-164458  
(22)Date of filing : 02.07.1993

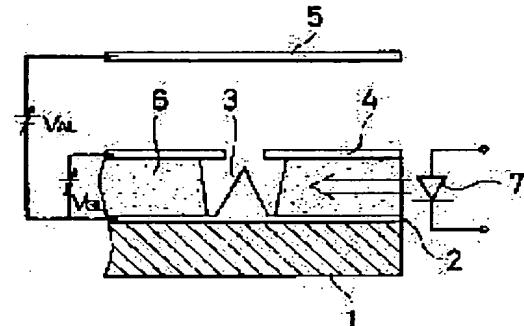
(71)Applicant : SHARP CORP  
(72)Inventor : NAKAMICHI MASUMI

## (54) COLD CATHODE DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a cold cathode device, which can reduce applied voltage for discharging electric field electrons, and which can reduce the number of wirings remarkably even when a large number of elements are formed.

CONSTITUTION: Strong electric field is given between an emitter electrode 2 and a gate electrode 4 by a cold cathode device to pick up an electric field discharge electron. An infrared emission element (light radiation part) 7 for radiating light energy lower than the work function of a material, is provided on the corn part 3 of the emitter electrode 2.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-21904

(43) 公開日 平成7年(1995)1月24日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

H01J 1/30  
1/34

識別記号

Z  
Z

F I

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平5-164458

(22) 出願日 平成5年(1993)7月2日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 中道 真澄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

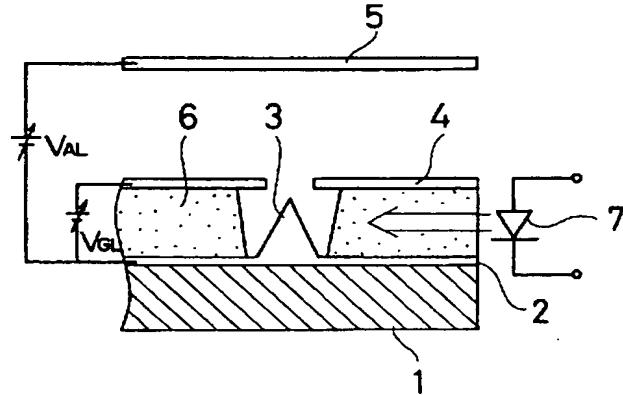
(74) 代理人 弁理士 倉内 義朗

(54) 【発明の名称】冷陰極装置

(57) 【要約】

【目的】電場電子を放出するための印加電圧の低減化を図り、かつ多数のエレメントを構成したときにも配線本数を大幅に低減できる冷陰極装置を提供する。

【構成】エミッタ電極2とゲート電極4との間に強い電界を与えて電場放出電子を取り出す冷陰極デバイスにおいて、エミッタ電極2のコーン部3に、その材料の有する仕事関数よりも低い光エネルギーを照射する赤外線発光素子(光照射部)7を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エミッタ電極とゲート電極との間に強い電界を与えて電場放出電子を取り出す冷陰極デバイスにおいて、エミッタ電極部にその材料の有する仕事関数よりも低い光エネルギーを照射する光照射部が設けられたことを特徴とする冷陰極装置。

【請求項2】 エミッタ電極とゲート電極との間に、前記光照射部より照射される光エネルギーを案内する光導波路層が設けられたことを特徴とする請求項1記載の冷陰極装置。

【請求項3】 光学的に透明な基材上にエミッタ電極が形成されるとともに、この透明基材中に、前記光照射部から照射された光エネルギーを前記エミッタ電極に向けて反射する反射部が設けられたことを特徴とする請求項1記載の冷陰極装置。

【請求項4】 光学的に透明な基材上に金属／絶縁体／金属構造のエミッタ電極及びカソード電極が形成されるとともに、この透明基材中に、前記光照射部から照射された光エネルギーを前記エミッタ電極に向けて反射する反射部が設けられたことを特徴とする請求項1記載の冷陰極装置。

【請求項5】 光学的に透明な基材上にショットキー型電極が形成されるとともに、この透明基材中に、前記光照射部から照射された光エネルギーを前記電極に向けて反射する反射部が設けられたことを特徴とする請求項1記載の冷陰極装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、駆動電圧の低減化、及び配線本数の低減化を図った冷陰極装置に関し、特に、新規高精細カラーディスプレイ、及び高信頼マイクロ真空管に対して極めて有効なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 冷陰極デバイスの従来の技術は、C. A. SPINDTにより、1968年に提案されている。この提案以降種々の改良がなされ、駆動電圧の低減化が研究されてきた。

【0003】 この冷陰極デバイスは、空間電場電子放出による効果を利用しているため、材料本来の持つ物性値及び空間電場を有効に高くする必要がある。そのため、従来より微細化、高精度化といった製作加工上の観点からアプローチがなされてきた。その結果、従来は数百ボルト程度必要であった駆動電圧が、現在では数十ボルト程度にまで低減されている。

【0004】 しかしながら、近時では、電子回路のさらなる低消費化、小型化が要望されており、駆動電圧のさらなる低電圧化が急務となっている。

【0005】 図9は、従来方式に基づく冷陰極デバイスの断面形状を示している。

【0006】 同図において、符号81はサファイア等で

形成された基板で、この基板81上に、コーン部82を含むエミッタ電極83が、モリブデン等で形成されている。そして、コーン部82を除くエミッタ電極83上に、絶縁層84を介して、同じモリブデン等で形成されたゲート電極85が形成されている。

【0007】 このように形成された電場電子放出型冷陰極部を  $10^{-6}$  TORRオーダの真空容器に入れ、ゲート電極85と対向させてアノード電極86を配置する。そして、エミッタ電極83に対して  $V_a$  の電圧をゲート電極85に印加する。

【0008】 エミッタ電極83に接続されているコーン部82は、三角錐又は三角柱の形に形成されており、かつゲート電極85と極めて接近して配置されている。

【0009】 図11は、このような構成の冷陰極デバイスにおける電子の挙動についてのエネルギーダイアグラムを示している。

【0010】 同図において、エミッタ電極83とゲート電極85とが同じ金属で形成されているとした場合、双方とも同じ仕事関数  $\Phi_m$  を持つため、狭い真空層δを介して配置した構成となる。ただし、各電極のフェルミレベルをそれぞれ  $E_{FM}$  、  $E_{FM}$  として考える。

【0011】 また図12は、ゲート電極85にバイアス電圧  $V_b$  を印加した場合のエネルギーダイアグラムを示しており、バイアス電圧  $V_b$  を作用させることで、真空層の厚みが無バイアス時にδであったものに対して  $\delta_b$  となり、真空層の厚みが薄くなっていることが分る。真空層の厚みが薄くなれば、エミッタ電極83側からゲート電極85側への電子のトンネル確率が高くなることが予測できる。つまり、真空電場電子放出が容易に起こることになる。

【0012】 この場合、図9に戻って、エミッタ電極83のコーン部82より出射される電子は、全部ゲート電極85に流れ込む。このとき、この冷陰極に対向するアノード電極86に電圧  $V_a$  を印加すれば、ゲート電極85に流れていた電子流の一部をアノード電極86側に引き寄せることができる。当然のことながら、エミッタ電圧  $V_a$  とアノード電圧  $V_a$  の適度な設定により、アノード電極86に到達する電子の割合を調整することができる。

【0013】 仮に、アノード電極86の電子ビームの照射領域に蛍光体を配置すれば、ブラウン管と同様に発光することはもちろんである。また、エミッタ電圧  $V_a$  に外部より信号電圧を重畠すると、アノード電極86に流れる電子流を変調させることも可能である。

【0014】 現状では、この様に構成された冷陰極の多数個を一つのブロックとし、このブロックを多数配置したコールドカソードとして提案され、試作検討されている。

【0015】 この様子を示すのが図10であり、基板88上に多数の冷陰極が一つのブロック87をなして構成

されている。

【0016】図13は、四極構造の冷陰極の例を示しており、その原理は図9に示す三極構造のものと同様である。

【0017】すなわち、基板91上に、絶縁体92を介してエミッタ電極93、ゲート電極94、及びアノード電極95が、それぞれ設計された間隔で配置されている。これを上部より見たのが図14である。図14において、エミッタ電極93の先端は細く鋭利な形状に形成されており、強い電界強度をゲート電極94との間に発生できる形状となっている。そして、バイアスプレート96への印加電圧を制御することで、電子ビームのゲート電極94又はアノード電極95に達する比率を変えることができる。

【0018】このように、ゲート電圧 $V_g$ 、アノード電圧 $V_a$ を変えることにより、エミッタ電流とアノード電流の比率を変えることができ、従来の真空管動作も可能となる。本動作は、電子の空間移動速度に基づくため、高速信号応答を持つと想像できる。

#### 【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの冷陰極デバイスにおいては、いづれにしてもエミッタ電極より、電場により電子を取り出すため、エミッタ電極とゲート電極との間には強い電界を必要としていた。つまり、冷陰極型電子放出コーンの材料、形状設計、加工作製上の精度上の限界等から来る物理的空隙に打ち勝つため、強い印加電圧が必要であった。そのため、エミッタ電極とゲート電極との間でアーケ放電が起こり、コーン部分の破損を引き起こしたり、エミッタ電流の変動を来たして、実用的価値が低下するといった問題があつた。

【0020】また、このような電子放出用冷陰極エレメントは微小間隙で多数個配列され、使用されるのが普通である。当然のことながら、各々のエレメントに対して電気配線が施され、必要に応じて、電圧を印加して使用されているのが実状である。つまり、各冷陰極に対しては個別の配線（電源ライン及び、信号ライン等）が必要であり、莫大な配線数となり、ディスプレー装置としての展開を疎外する一因となっていた。例えば、図10に示すような各ブロックを一つのエレメントとして取り扱った場合には、数百本～数千本の配線が必要となり、これらを基板上に構成しようとすると極めて大きなスペースを必要とすることはもちろん、電気配線的にも複雑化を極めていた。

【0021】以上に述べたように、冷陰極デバイスを実用化するためには、絶縁破壊の防止策と多数配線の低減化が最大の課題であった。

【0022】本発明はかかる実情に鑑みてなされたもので、その目的は、電場電子を放出するための印加電圧の低減化を図るとともに、多数のエレメントを構成した時

にも配線本数を大幅に低減することのできる冷陰極装置を提供することにある。

#### 【0023】

【課題を解決するための手段】導体又は半導体表面に10<sup>7</sup> V/cm程度以上の強い電界を作成すると、導体又は半導体表面より電子が薄いポテンシャル障壁をトンネル効果で透過し、放出されることが電場放出効果として広く知られている。

【0024】図15乃至図18には、このメカニズムの説明がなされており、図15に示す冷陰極部分の断面図のA切断面での詳細を示しているのが、図16である。

【0025】エミッタ電極83のコーン部82とゲート電極85との間には、間に逆比例した強い電界が働く。図16中には等電位面を実線で記入している。

【0026】図17は、エミッタ電極83のコーン部82とゲート電極85との間に電圧を印加した時の狭い真空層に作用するポテンシャル障壁の状況を示している。

【0027】エミッタ電極83のコーン部82より自由電子が真空層に取り出されるためには、エミッタ電極83の金属材料のもつ仕事関数Φ以上のエネルギーを必要とするが、障壁が数100Å以下と薄い場合、トンネル効果により、仕事関数より低いエネルギーしか持たない電子でも、ある確率(T<sub>t</sub>)でこの障壁を透過することが知られている。

#### 【0028】

##### 【数1】

$$T_t = \exp \left[ -2 \int_{z_0}^{z_1} |k(z)| dz \right]$$

##### 【0029】

##### 【数2】

$$|k(z)| = \left( \frac{2m^*}{h^2} \right)^{1/2} \cdot (eF(z) - E)^{1/2}$$

(  $\nabla > eF(z)$  の時 )

【0030】ただし、 $m^*$ ：金属中電子の有効質量、 $h$ ：プランク定数、 $E$ ：電子の持つ運動エネルギーである。

【0031】上記各式によれば、伝導電子が金属側からポテンシャル障壁内を通り抜ける確率 $T_t$ は、ポテンシャル障壁の厚み（すなわち、図17中の $Z_0$ ～ $Z_1$ の幅）と、電子の持つエネルギーの大きさ $[eF(z) - E]$ とが大きく作用していることが分かる。高いトンネル確率を得るためにには、強い電界をかけて（すなわち、図17中の電界強度 $F_z$ を大きくして）、ポテンシャルの壁厚 $(Z_0 \sim Z_1)$ を小さくすることが有効と言える。

【0032】これを冷陰極デバイス構造に反映するには、エミッタ電極83のコーン部82とゲート電極85

とを極めて接近させて構成する必要がある。しかしながら、現在の加工技術では、 $1 \mu m$ 前後のエアーギャップで構成するのが限度である。

【0033】そこで、この電子放出用エミッタ部分に、仕事関数よりも小さい光エネルギーEを有する光線（一般には、赤色から近赤外線）を照射することで、エミッタ金属中の自由電子の持つ運動エネルギーを、実質的に持つ運動エネルギーに光エネルギー $h\nu$ を加えたエネルギーとして考えることができる（コンプトン効果による）。従って、図18に示すように、 $\Psi_e$ （Z）で示される電子は、ポテンシャル壁の厚み（ $Z_0' \sim Z_1'$ ）を透過すれば良く、図17で示されたポテンシャル壁の厚み（ $Z_0 \sim Z_1$ ）に比べて非常に薄い障壁となっている。

【0034】本発明は、上記のような観点より、以下のような構成とする。すなわち、本発明の冷陰極装置は、エミッタ電極とゲート電極との間に強い電界を与えて電場放出電子を取り出す冷陰極デバイスにおいて、エミッタ電極部にその材料の有する仕事関数よりも低い光エネルギーを照射する光照射部を設けたものである。

【0035】また、本発明の冷陰極装置は、エミッタ電極とゲート電極との間に、光照射部より照射される光エネルギーを案内する光導波路層を設けたものである。

【0036】また、本発明の冷陰極装置は、光学的に透明な基材上にエミッタ電極を形成するとともに、この透明基材中に、光照射部から照射された光エネルギーをエミッタ電極に向けて反射する反射部を設けたものである。

【0037】また、本発明の冷陰極装置は、光学的に透明な基材上に金属／絶縁体／金属構造のエミッタ電極及びカソード電極を形成するとともに、この透明基材中に、光照射部から照射された光エネルギーをエミッタ電極に向けて反射する反射部を設けたものである。

【0038】また、本発明の冷陰極装置は、光学的に透明な基材上にショットキー型電極を形成するとともに、この透明基材中に、光照射部から照射された光エネルギーを電極に向けて反射する反射部を設けたものである。

【0039】

【作用】従来技術で構成した冷陰極デバイスの最大の問題点は、高い駆動電圧を必要とすることである。そこで、エミッタ電極部の構成材料のもつ仕事関数より低いエネルギーを有する光を、エミッタ電極部に照射することで、真空障壁層の壁を実効的に薄くすることができるため、電子のトンネル確率を高めることができる。このような手法により、低い印加電圧のもとで高い電場電子放出を得ることを実現した。

【0040】これは、一定直流電圧をエミッタ電極とゲート電極との間に印加しておき、光照射によりエミッション電流を制御することも可能となることを意味している。

【0041】つまり、一定の光を照射しておけば、低い印加電圧でエミッション電流を制御することができる。このように、従来の冷陰極に対し、光を併用することにより、エミッタ電極の電圧の低減化が可能となるため、絶縁体破壊やエミッション電流の変動も低減でき、冷陰極線デバイスの品質の向上と長寿命化が図れる。さらに、この冷陰極の多数アレイを考えた場合、単に共通でエミッタ、ゲート間に直流電圧を印加しておき、目的とする箇所に目的とする時間だけ光ビームを照射することでエミッション電流を得ることが可能となる。つまり、光ビーム走査型の冷陰極線アレイを得ることが可能となつたため、配線本数を大幅に低減することができるものである。

【0042】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0043】図1は、本発明の冷陰極装置の基本的な構造を示しており、請求項1、2に対応している。

【0044】すなわち、絶縁性基板1上に、モリブデン

20 等の高融点導電材料でエミッタ電極2を形成する。そして、そのエミッタ電極2上に、 $S_1:O_2$ や $Al:O_3$ 等の透光性でかつ電気絶縁性の高い誘電体材料（絶縁層）6を形成し、この誘電体材料6の上に、エミッタ電極2と同様な材料でゲート電極4を形成する。さらに、アノード電極5をエミッタ電極2のコーン部3の直上に配置する。

【0045】そして、エミッタ電極2に対し、ゲート電極4とアノード電極5とにそれぞれ電圧 $V_{GL}$ 、 $V_{AL}$ を印加し、これら全体を $10^{-6}$ Torr前後の真空雰囲気中に設置する。これにより、エミッタ電極2のコーン部3より電子放出が可能となる。このとき、 $V_{GL}$ と $V_{AL}$ とを変調することで、放出電子流の大きさを変えることができる。

【0046】ここで、絶縁層6の側面に赤外線発光素子7等を配置し、この赤外線発光素子7の光線を、絶縁層6の内部を伝播させてエミッタ電極2のコーン部3に照射させることで、上記したコンプトン効果が電界効果に重畠され、電子流の放出効率が大幅に改善されることになる。その結果、 $V_{GL}$ を低減することができるとともに、赤外線発光素子7に流す電流を直接変調することにより、放出電子流を制御することも可能となる。

【0047】上記の構成によれば、エミッタ電極材料とゲート電極材料が同じ材質の金属で形成され、かつ空隙間隔 $\delta$ で接近配置されるため、図1に示すものと同様となり、エミッタ電極2とゲート電極4の各フェルミレベル $E_{FH}$ 、 $E_{FL}$ は一致している。なお、このときの仕事関数を $\Phi_w$ とする。

【0048】また、図12には、エミッタ電極2とゲート電極4とに電圧 $V_b$ を印加した状態を示しているが、50 空隙部に電圧 $V_b$ を印加することにより、大きな電界が

作用している。この図から分かるように、エミッタ電極のフェルミレベル  $E_{\text{FM}}$ 。より空隙部を見た場合、この隙間は  $\delta_b$  となり、図 1 1 での無バイアス時に較べてより狭くなっていることが分かる。さらに本発明では、図 1 に示すようにエネルギー  $h\nu$  を有する光を照射するため、エミッタ側の自由電子の持つエネルギーは、  $E_{\text{FM}} + h\nu$  と高くなる。このときの空隙幅は、  $\delta_b$  と極めて狭くなる。

【0049】そのため、前述したように、電子のトンネル確率は空隙幅に依存するため、光照射により、電子放出の度合を制御することが可能となる。

【0050】図 2 は、本発明による冷陰極装置を用いた表示装置の利用例を示しており、請求項 3 に対応している。

【0051】すなわち、反射ミラー 1 1 を備えた光ガイド基板 1 2 上に、エミッタ電極 1 3 及び電子放出部（コーン部）1 4 を形成している。このエミッタ電極 1 3 には、下部の光ガイド基板 1 2 から照射される光を通すための窓 1 5 が開けられている。そして、この窓 1 5 の直上に、コーン部 1 4 を取り囲む形で、赤外光に対し透明な  $S_1 O_2$  や  $A_1 O_3$  等の電気絶縁部 1 6 が形成され、この電気絶縁部 1 6 の上に、ゲート電極 1 7 が形成されている。

【0052】さらに、コーン部 1 4 の直上に、ある特定の間隔を離して、光の三原色に相当する蛍光体 1 8 と透明導電膜 1 9 とを備えた透明基板（アノード）2 0 が、スクリーンとして配置されている。

【0053】また、光ガイド基板 1 2 には、その一側面に光照射部 2 2 が設けられている。この光照射部 2 2 は、LED 2 3 と、LED 2 3 より出射された光をコリメート化等するための光学レンズ 2 4 と、光ガイド基板 1 2 の下部に分散配置された反射ミラー 1 1, 1 1 . . . に光を照射するための光偏向器 2 5 とで構成されている。そして、LED 2 3 より出射された光は、光学レンズ 2 4 を通ってコリメート化され、次の光偏向器 2 5 を経由して各反射ミラー 1 1, 1 1 . . . に照射されるようになっている。

【0054】次に、上記構成の冷陰極装置の動作について説明する。

【0055】図示は省略しているが、エミッタ電極 1 3 を基準にして、ゲート電極 1 7 とアノード電極 2 0 とに電圧が印加される。このとき、エミッタ電極 1 3 より、上述の原理に基づいて電子放出が起こる。この電子は、電圧が印加されているため、一部はアノード電極 2 0 に到達し、その残りはゲート電極 1 7 に到達する。

【0056】アノード電極 2 0 に到達した電子は、その前面に配置されている蛍光体 1 8 に照射されることとなり、現状のブラウン管同様に各蛍光体 1 8 をその固有の色相で発光させることができる。この発光色は、アノード電極（スクリーン）2 0 の反対面より観察されること

になる。

【0057】従来、このような動作は全て電気的な動作であり、エミッタ電極とゲート電極との間、及びエミッタ電極とアノード電極との間に作用させる電圧は、通常数 10 ボルトから 100 ボルトが必要となり、高電界の働く部分で絶縁破壊が多発して、実用性を阻害していた。さらに、各エミッタ電極 1 3 にそれぞれ電気配線が必要となることから、ディスプレイを考えた場合、膨大な数の配線を必要とした。

【0058】本実施例によれば、従来の方式に加え、光ガイド基板 1 2 の内部を通して、エミッタ材料の有する仕事関数より低いエネルギーを持つ光を走査・照射することで、低電圧駆動と駆動配線数の大幅な低減を達成した。

【0059】つまり、光偏向器 2 5 を通して光ガイド基板 1 2 に入射された光は反射ミラー 1 1 に当たって反射され、エミッタパターンの窓 1 5 を通ってゲート電極 1 7 の裏面で再度反射され、エミッタ電極 1 3 のコーン部 1 4 に照射される。ここで、コンプトン効果、及びエミッタ電極 1 3 とゲート電極 1 7 との間の高電界の相乗効果により、上述のように高い効率で電子放出を達成できる。つまり、数ボルト程度で動作できる低電圧化が図れるとともに、エミッタ電極 1 3 とゲート電極 1 7 との間の電圧を共通で一定電圧に印加し、照射光の走査・変調を行うことにより、放出電子ビームの制御が可能となる。そのため、配線本数を大幅に低減することができる。

【0060】なお、本実施例では、電子線を放出・加速するために、当然のことながら冷陰極デバイス全体の系を  $10^{-6}$  TORR 前後の真空中に保持する必要がある。

【0061】また、これまで述べてきた実施例は、放出電子を空間で加速させるため、 $10^{-6}$  TORR 前後の真空中にデバイス全体を維持する必要がある。そのため、真空容器の気密性や電気的絶縁を考慮する必要があつた。

【0062】そこで、以下の実施例では、真空を必要としない構造の冷陰極装置を提供するものである。

【0063】図 3 は、このような真空を必要としない冷陰極装置の構造の一例を示しており、請求項 4 に対応している。

【0064】すなわち、反射ミラー 3 1 を備えた光ガイド基板 3 2 の上部に歯状の凹凸面を形成し、この凹凸面上にエミッタ電極としての金属薄膜 3 3 を形成する。そして、その凸部上に、数百オングストロームの薄い絶縁膜 3 4 を介して、アノード電極 3 5 を金属薄膜で形成する。ここで、エミッタ電極 3 3 とアノード電極 3 5 とは薄膜の絶縁層 3 4 1 を介して対峙するため、MIM（金属／絶縁体／金属）構造を構成する。

【0065】図 4 に、このMIM構造部分の拡大図を示す。

【0066】アノード電極35に直接接して蛍光体ドット36が配置され、この蛍光体ドット36の周辺全体が絶縁膜34で囲まれて、透明電極37に接続されている。そして、この透明電極37の上に、薄いガラス基板38が配置された構成となっている。

【0067】また、光ガイド基板32には、その一側面に光照射部39が設けられている。この光照射部39は、LED40と、LED40より出射された光を光ガイド基板32の下部に分散配置された反射ミラー31, 31...に照射するための光偏向器41とで構成されている。そして、LED40より出射された光は、光偏向器41を経由して各反射ミラー31, 31...に照射され、各反射ミラー31, 31...で反射されて、各MIM型エミッタ部に照射されるようになっている。

【0068】このとき、エミッタ電極33は薄膜構成をしているため、十分なコンプトン効果が期待される。そのため、エミッタ電極33とアノード電極35との間に電界効果が相乗され、極めて低電圧でエミッタ電極33から電子放出が行われる。

【0069】一方、アノード電極35は電子散乱としても働くため、電子の平均自由行程程度の厚みに設定する必要があり、約200~300Å程度が良い。

【0070】エミッタ電極33からの放出電子は、アノード電極35を通過して蛍光体36を励起し、発光させる。この発光は、透明電極37及びガラス基板38を透過し、外部に放射される。

【0071】ここで述べた、MIM構造でのエネルギーダイヤグラムを図5に示す。

【0072】同図(a)は、絶縁膜34が極めて厚い場合を示しており、エミッタ電極33のフェルミレベル $E_{F\alpha}$ 、仕事関数 $\Phi M_{\alpha}$ 、アノード電極35のフェルミレベル $E_{F\beta}$ 、仕事関数 $\Phi M_{\beta}$ をそれぞれ示している。各電極が同じ材料で構成されれば、これらは同じ値を持つことは当然である。

【0073】同図(b)は、絶縁膜34が1000Å以下と極めて薄い場合を示しており、特に、 $E_{F\alpha} > E_{F\beta}$ が達成され、MIM構造が実現されている。この状態で、エミッタ電極33とアノード電極35との間に電圧を印加した状況を示すのが同図(c)であり、絶縁膜34に強い電界が作用していることが分かる。

【0074】エミッタ電極33のフェルミレベル $E_{F\alpha}$ で、この絶縁膜34の厚みは $\delta_B$ になっている。これは、無バイアス時の絶縁膜34の厚み $\delta$ よりずっと薄くなっている。上述のように、電子のトンネル確率は向上する。

【0075】本実施例では、エミッタ電極33に、仕事関数 $\Phi M_{\alpha}$ より低いエネルギー $h\nu$ を持つ光を照射しているため、絶縁膜34の厚みは $\delta_{BP}$ とさらに薄くなり、電子流の大きさを大幅に向上させることができるとともに、この光(エネルギー $h\nu$ )の変調でエミッション電

流を操作することが可能となる。

【0076】図6は、上記した図4に示すMIM構造に対し、ショットキー接合による例を示しており、請求5に対応している。

【0077】すなわち、反射ミラー51を備えた光ガイド基板52の上部に、シリコン又はGaNからなる半導体層53が形成され、この半導体層53の上に、ショットキー接合を構成できる金属電極54が形成されている。そして、この金属電極54の上に、蛍光体ドット55がSiO<sub>2</sub>やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの誘電体材料56で取り囲まれた形で形成され、さらにその最上部に、光を透過させることのできるガラス基板もしくは誘電体膜58が、透明電極57を介して形成されている。

【0078】また、光ガイド基板52には、その一側面に光照射部59が設けられている。この光照射部59は、LED60と、LED60より出射された光を光ガイド基板52の下部に分散配置された反射ミラー51, 51...に照射するための光偏向器61とで構成されている。そして、LED60より出射された光は、光偏向器61を経由して各反射ミラー51, 51...に照射され、各反射ミラー51, 51...で反射されて、半導体層53に照射される。なお、図7は、図6に示す電極部の拡大図を示している。

【0079】また、図8は、ショットキー接合構造でのエネルギーダイヤグラムを示しており、同図(a)は、金属電極54と半導体層53との界面で発生するショットキー接合の概要を示している。

【0080】すなわち、同図(a)には、フェルミレベル $E_{F\alpha}$ 、仕事関数 $\Phi M_{\alpha}$ を持つ金属と、フェルミレベル $E_{F\beta}$ 、仕事関数 $\Phi M_{\beta}$ なる化学親和力を持つ半導体との接合を示しており、 $E_c$ は伝導帯を示す。同図(b)には、この両者が接したときのエネルギー関係を示している。当然のことながらフェルミレベルが一致するものの、真空レベルの差よりショットキー障壁の発生がある。この接合にバイアス電圧 $V_B$ を作用させると、金属側を基準にした場合、 $E_{F\beta}$ は $-qV_B$ だけ変動する。

【0081】その結果、 $E_{F\alpha}$ 近辺の自由電子は、障壁幅 $\delta_B$ をトンネル効果で透過することとなる。ところが、本実施例では電極側からみた自由電子のエネルギーが、 $h\nu$ だけ高くなっている。従って、ショットキー障壁の高い箇所をトンネル効果で透過することとなり、当然障壁幅も $\delta_{BP}$ と狭くなったところを透過するため、電子のトンネル確率も高く、かつ強い電界により、大きな加速度が得られる。

【0082】ここで、上記説明に対応する形状として、図7に示すように半導体層53の下部面にメサエッチをかけ、凹部を形成して光の照射部を作り、その反対面(図面上では上部)に薄い金属層でショットキー電極を形成している。

【0083】上記各実施例の冷陰極装置によれば、自己

発光型の平面ディスプレイ等への応用展開が期待できる。

【0084】

【発明の効果】本発明の冷陰極装置は、冷陰極デバイスに光照射を行う構成とすることにより、コンプトン効果を併用することで駆動電圧を大幅に低減することができ、かつエミッタ部分の絶縁破壊を防止できる。また、エミッタ電極とゲート電極とに共通の電圧を与えておいて光照射を行うことで、所定の冷陰極部を駆動することができる。そのため、光走査により所定の位置を選択的に動作させることができるとともに、配線本数を大幅に低減することができるといった効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の冷陰極装置の基本的な構造の断面形状を示す概略構成図である。

【図2】本発明による冷陰極装置を用いた表示装置の断面形状を示す概略構成図である。

【図3】真空を必要としない冷陰極装置の構造の断面形状の一例を示す概略構成図である。

【図4】MIM構造の電極部を拡大した概略構成図である。

【図5】MIM構造でのエネルギーダイヤグラムを示す図である。

【図6】ショットキー接合による冷陰極装置の構造の断面形状の一例を示す概略構成図である。

【図7】ショットキー接合構造の電極部を拡大した概略構成図である。

【図8】ショットキー接合構造でのエネルギーダイヤグラムを示す図である。

【図9】従来方式に基づく冷陰極デバイスの断面形状を 30

示す概略構成図である。

【図10】冷陰極の多数個を一つのブロックとして多数配置した構成を示す概略図である。

【図11】電子の挙動についてのエネルギーダイヤグラムを示す図である。

【図12】電子の挙動についてのエネルギーダイヤグラムを示す図である。

【図13】四極構造の冷陰極の断面形状の一例を示す概略構成図である。

10 【図14】図13に示す冷陰極の平面図である。

【図15】冷陰極装置の基本的な構造の断面形状を示す概略構成図である。

【図16】図15に示す冷陰極装置のA部断面図である。

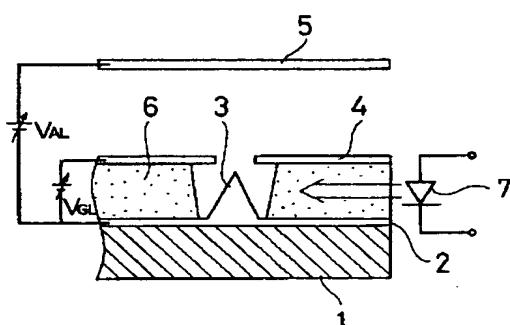
【図17】エミッタ電極とゲート電極との間に電圧を印加したときの狭い真空層に作用するポテンシャル障壁の状況を示す図である。

【図18】エミッタ電極に光を照射したときの真空層に作用するポテンシャル障壁の状況を示す図である。

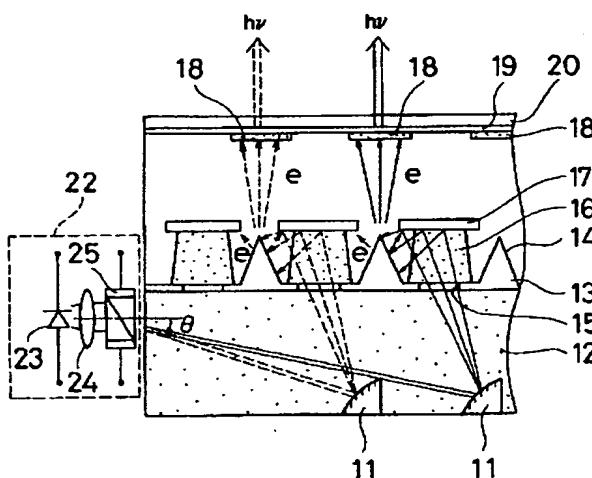
【符号の説明】

- 1 絶縁性基板
- 2 エミッタ電極
- 4 ゲート電極
- 5 アノード電極
- 6 誘電体材料（絶縁層）
- 7 赤外線発光素子
- 11, 31, 51 反射ミラー
- 12, 32, 52 光ガイド基板
- 22, 39, 59 光照射部

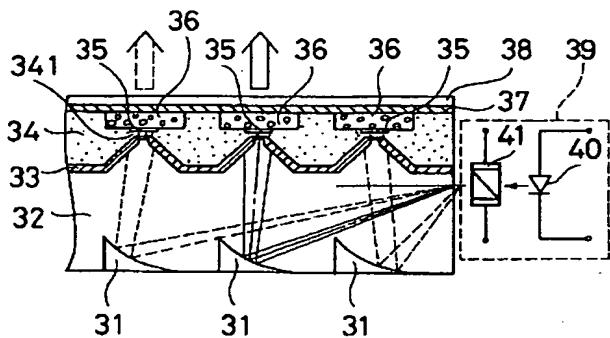
【図1】



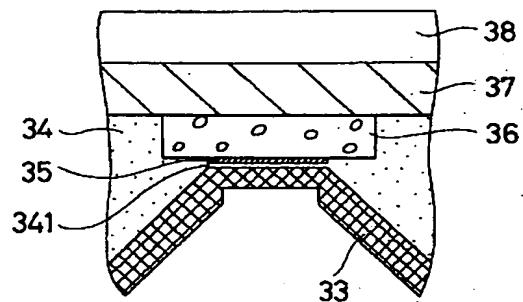
【図2】



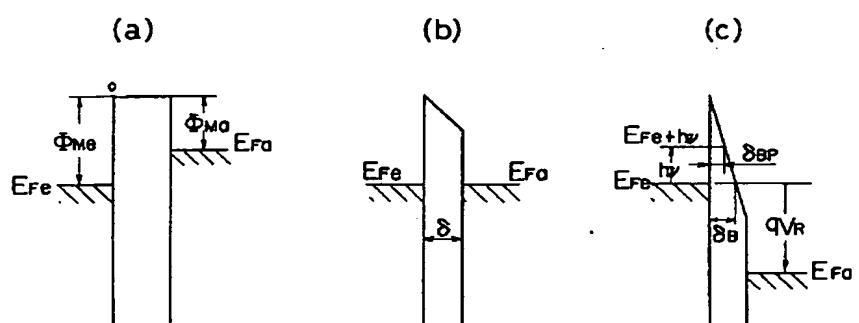
【図3】



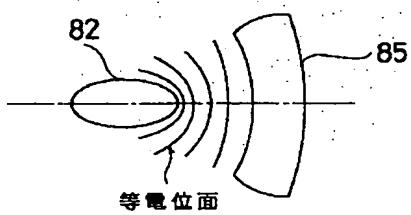
【図4】



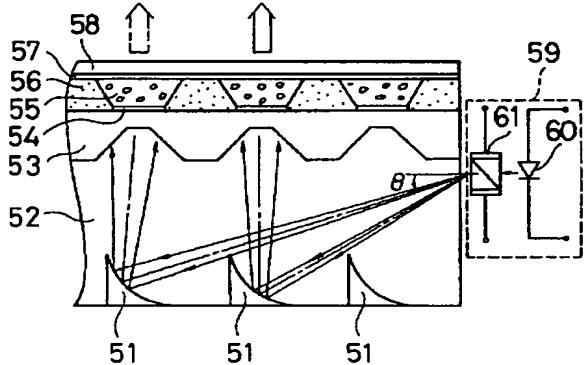
【図5】



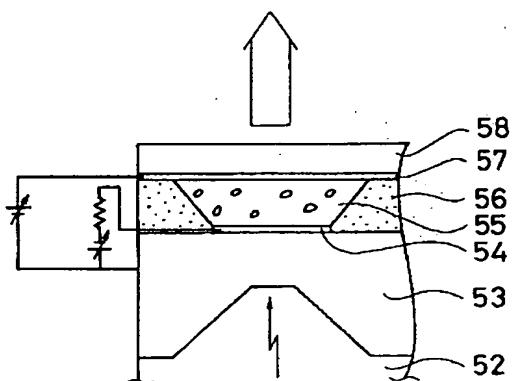
【図1-6】



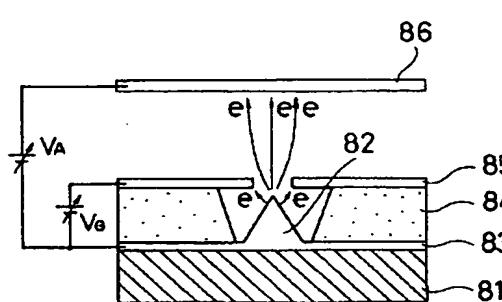
【図6】



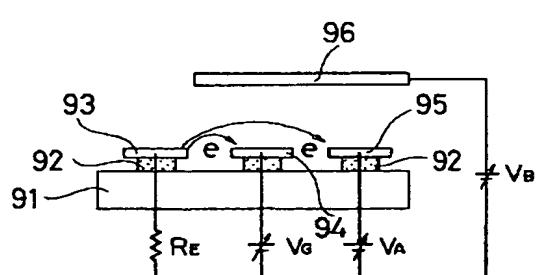
【図7】



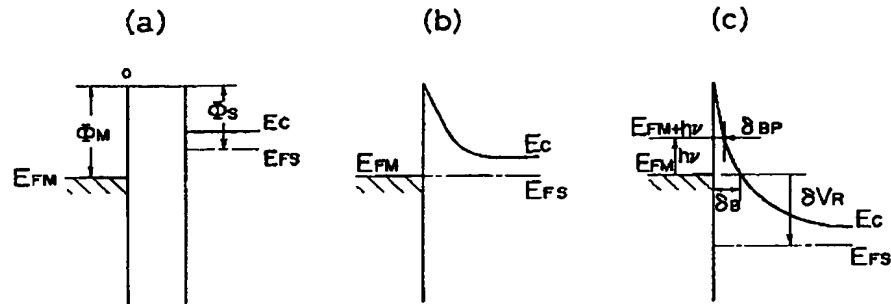
【図9】



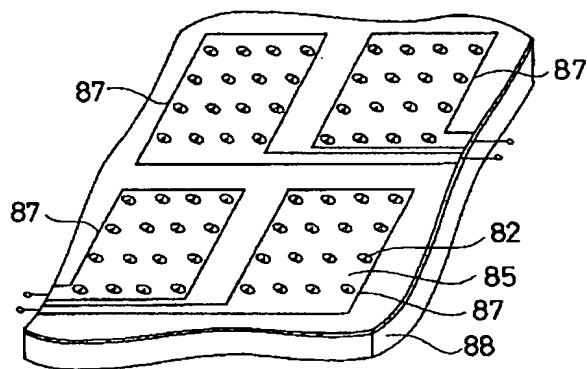
【図13】



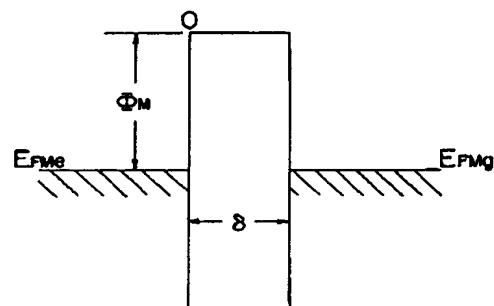
【図 8】



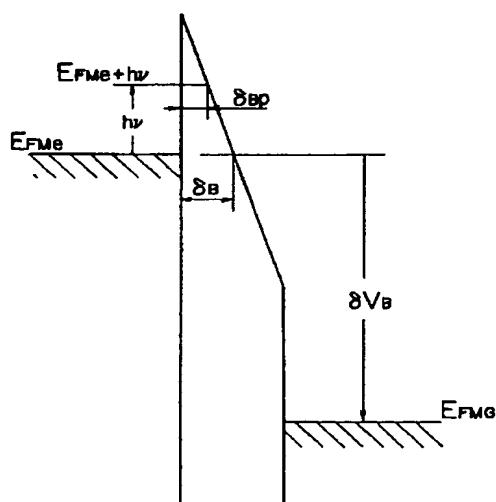
【図 10】



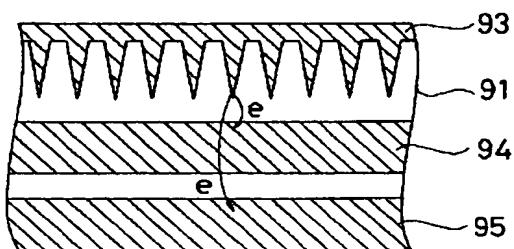
【図 11】



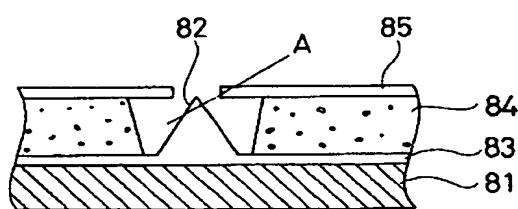
【図 12】



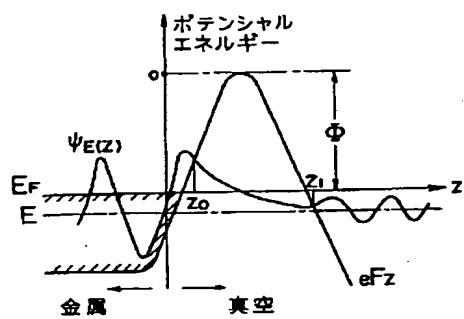
【図 14】



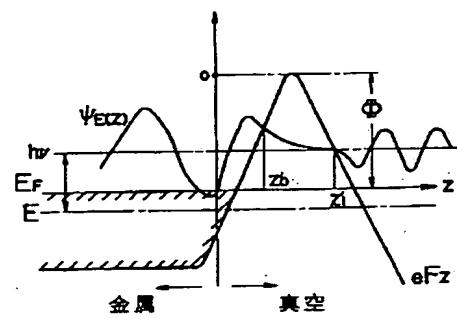
【図 15】



【図 1 7】



【図 1 8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)